

# Nuevos eventos deformacionales registrados en el Segmento SO de la Falla de Carrascoy (Murcia, España): Implicaciones en el modelo de crecimiento

## *New deformational events recorded in the SW Segment of the Carrascoy Fault (Murcia, Spain): Implications in the growth model*

R. Martín-Banda<sup>1</sup>, J. M. Insua-Arévalo<sup>1</sup>, J. García-Mayordomo<sup>2</sup>, A. Salazar<sup>2</sup> y C. Crespo-Martín<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Geodinámica, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid 28040 Madrid. raquem08@ucm.es; [insuarev@geo.ucm.es](mailto:insuarev@geo.ucm.es); [ccresp01@ucm.es](mailto:ccresp01@ucm.es)

<sup>2</sup> Instituto Geológico y Minero de España 28760 Madrid. [julian.garcia@igme.es](mailto:julian.garcia@igme.es); [a.salazar@igme.es](mailto:a.salazar@igme.es)

**Resumen:** La Falla de Carrascoy es una falla de desgarre sinistral que forma parte del Corredor de Cizalla de las Béticas Orientales. Con dos segmentos solapados (SO y NE) controla el borde norte de la Sierra de Carrascoy y su articulación con la Depresión del Guadalentín. El segmento SO está formado por la zona de Falla de Algezares – Casas Nuevas, un sistema de pliegues y cabalgamientos que conforman relieves de tipo *foreberg* dispuestos *en échelon*, mostrando la migración progresiva de la deformación hacia el NO desde el frente montañoso controlado por la falla de desgarre sinistral (Falla de Carrascoy *s.s.*). Estudios previos sitúan el inicio de la formación de la Falla de Algezares – Casas Nuevas en el Pleistoceno medio. En el presente trabajo se han identificado nuevos eventos de deformación tectónica en el extremo NE de la falla que pliegan y cabalgan los sedimentos de abanicos aluviales del Pleistoceno superior. Estos eventos posteriores a los registrados en localizaciones más occidentales en los trabajos previos, se ajustan a un modelo de crecimiento en el que la longitud de la falla aumenta gradualmente con cada terremoto.

**Palabras clave:** *Foreberg*, falla de desgarre sinistral, Falla de Carrascoy, Béticas Orientales, Cuaternario

**Abstract:** The Carrascoy Fault is a left-lateral strike-slip fault belonging to the Eastern Betic Shear Zone. With two overlapping segments (SW and NE), this fault controls the northern edge of the Carrascoy Range and its linkage with of the Guadalentín Depression. The SW segment is formed by the Algezares – Casas Nuevas Fault zone, a fold-and-thrust system constituting *foreberg*-type, *en-echelon*-arranged reliefs that show the progressive northwestward migration of deformation from the front controlled by the left-lateral strike-slip (*s.s.* Carrascoy Fault). Prior studies locate the onset of the Algezares – Casas Nuevas Fault in the middle Pleistocene. In this paper we have identified new tectonic events at the NE fault tip, which fold and thrust the sediments of late Pleistocene alluvial fans. These events are younger than those recorded westernmost in previous studies, and they support a growth model in which the length fault gradually increases with each earthquake.

**Key words:** *Foreberg*, left-lateral strike-slip fault, Carrascoy Fault, Eastern Betics, Quaternary

## INTRODUCCIÓN

La Falla de Carrascoy (FCA) es una de las fallas del Corredor de Cizalla de las Béticas Orientales (Fig. 1A), principal estructura de acomodación de la convergencia entre las placas Euroasiática y de Nubia en Iberia desde el Neógeno superior (p.e. Bousquet, 1979; De Larouzière et al., 1988). A lo largo de este gran desgarre de orientación general NE-SO, que atraviesa las Zonas Internas más orientales de la Cordillera Bética, se concentra la mayor parte de toda la sismicidad histórica e instrumental de la Península Ibérica (p.e. Torrevieja 1829 y Lorca 2011).

La FCA, con aproximadamente 33 Km de longitud entre las localidades de Los Ramos (NE) y Casas Nuevas (SO), ambas en la provincia de Murcia, es una falla sinistral inversa que controla los relieves más

importantes del borde norte de la Sierra de Carrascoy y su articulación con la Depresión del Guadalentín (p.e. Silva, 1994). Hacia el SO, la FCA es relevada por la FLT, también sinistral inversa, cuya cinemática y actividad holocena ha sido descrita recientemente por Insua-Arévalo et al. (2015), mientras que en su extremo NE la FCA conecta con el sistema de pliegues y cabalgamientos del Bajo Segura (FBS), de orientación ENE-OSO (p.e. Alfaro, 1995).

Recientes trabajos cartográficos y paleosísmicos realizados en la FCA (Martín-Banda et al., 2015) definen un nuevo modelo de segmentación de la falla en dos segmentos solapados: SO y NE, con marcadas diferencias en su estructura, actividad cuaternaria y control del relieve (Fig. 1B). El segmento SO está formado por un sistema de pliegues y cabalgamientos (Falla de Algezares – Casas Nuevas) que indican que la migración de la deformación avanza progresivamente hacia el NO desde el frente montañoso a modo de

cabalgamientos discretos *en échelon* que conforman un relieve de tipo *foreberg* a partir del Pleistoceno medio,

a la vez que la actividad de la falla de desgarre sinistral (Falla de Carrascoy s.s.) va cesando en este sector.

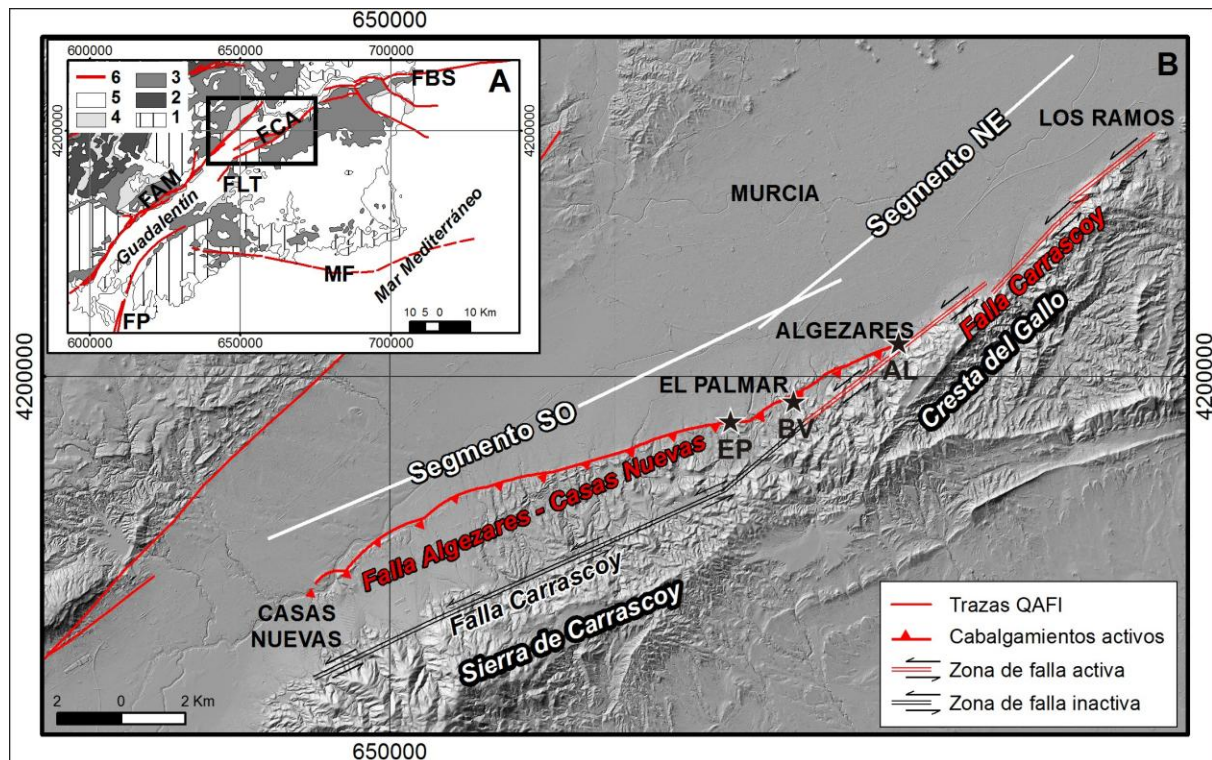


FIGURA 1. A) Marco tectónico local de la Falla de Carrascoy (FCA). 1: Zonas Internas, 2: Subbético, 3: Neógeno, 4: Plio-Pleistoceno, 5: Cuaternario, 6: FBS: Falla Bajo Segura, FAM: Falla Alhama de Murcia, FLT: Falla Los Tollos, FP: Falla Palomares, FM: Falla Mazarrón. B) Segmentación de la Falla de Carrascoy sobre modelo digital de elevación. EP (El Palmar) y BV (Buenavista): localización de estudios paleosísmicos previos (Martín-Banda et al., 2015). AL (Algezares): afloramiento estudiado en este trabajo. Proyección ED50/UTM Zona 30°N.

El estudio paleosismológico de un nuevo afloramiento localizado en el extremo NE de la Falla de Algezares – Casas Nuevas (zona de solape de ambos segmentos) que aquí presentamos aporta nuevos datos para el conocimiento del potencial sismogénico del segmento SO de la FCA, así como al modelo de crecimiento de la falla.

## DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO

El afloramiento estudiado se sitúa en la pedanía de Algezares (Murcia). Se trata de un talud artificial con orientación NNO-SSE excavado en una cantera, actualmente inactiva, sobre los depósitos de un abanico aluvial del Pleistoceno superior situado a pie de la Cresta del Gallo (AL, Fig. 1B). Este afloramiento se localiza en el extremo NE de la Falla de Algezares – Casas Nuevas, donde esta rama inversa comienza a separarse de la rama de desgarre (Falla de Carrascoy s.s.).

El talud estudiado ha sido desbrozado y re-excavado profundizando casi 4 metros más para facilitar su estudio. En él se observan dos secuencias de depósitos de abanico aluvial proximal-medio (unidades B-G) sobre filitas violáceas del Complejo Maláguide (unidad A), todas ellas plegadas y cabalgadas por dos

fallas inversas de bajo ángulo (F1 y F3) (Fig. 2). Los depósitos aluviales presentan un desarrollo de perfiles edáficos de carbonatación sobreimpuestos, cuyos contrastes de coloración facilitan la visualización de la estructura. Las unidades B, C, D, E, E' y F representan diferentes horizontes del perfil de carbonatación de un mismo depósito aluvial (Aluvial I) (ver descripciones en la Fig. 2) que culmina con un nivel de gravas y arenas (unidad F) depositado sobre un horizonte iluvial rico en arcillas rojas (unidades E y E').

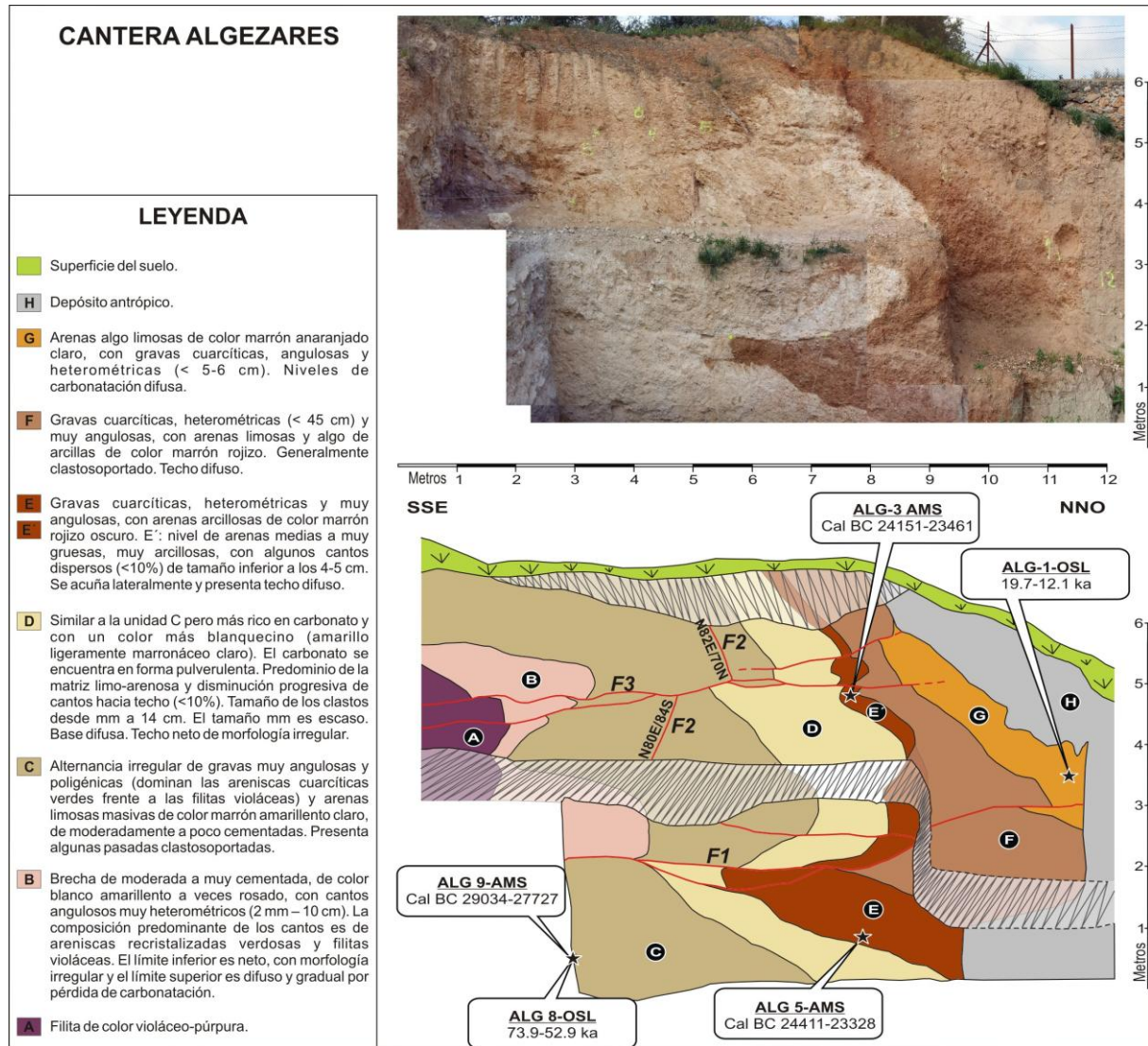
Las arenas limosas y gravas con carbonatación difusa de la unidad G representan un nuevo depósito aluvial (Aluvial II), con desarrollo incipiente de un nuevo perfil de carbonatación. Por último, un depósito de origen antrópico (unidad H) ocupa el extremo NNO del talud, rellenando una excavación artificial que ha borrado las señales potenciales de la actividad tectónica más reciente de la estructura. La F3 no solo cabalga los materiales del bloque de techo de la F1 previamente plegados, también desplaza y bascula la traza de una falla con movimiento normal (F2).

Se han tomado muestras de los sedimentos de cada uno de los dos depósitos aluviales para su datación por luminiscencia estimulada ópticamente (OSL): ALG-8-OSL (unidad C, Aluvial I) y ALG-1-OSL (unidad G, Aluvial II) (Fig. 2), que revelan edades de 73,9-52,9 ka



y 19,7-12,1 ka para los depósitos Aluvial I y II, respectivamente. También se han tomado muestras de las unidades C (ALG-3-AMS), E' (ALG-9-AMS) y E (ALG-5-AMS) con el fin de datar la materia orgánica del suelo desarrollado en dichas unidades mediante la técnica de datación por radiocarbono empleando la

espectrometría de masas con aceleradores (AMS) (Fig. 2). Los resultados obtenidos indican edades (calibradas 2σ) de 29.034-27.727 a BP para el suelo de la unidad C y 24.151-23.461 a BP y 24.411-23.328 a BP para el suelo argílico rojo de las unidades E' y E, respectivamente.



## EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA TECTÓNICA

A partir de las unidades y de la estructura tectónica observadas en la Cantera de Algezares se puede interpretar la siguiente secuencia de eventos sedimentarios, edáficos y tectónicos asociados a la Falla de Algezares – Casas Nuevas: 1º) Depósito del Aluvial I y desarrollo del perfil de carbonatación sobre el depósito Aluvial I (unidades B-F). 2º) Plegamiento del Aluvial I y de los suelos, así como de las filitas infrayacentes. El Aluvial II no parece que esté plegado. 3º) Depósito del Aluvial II y desarrollo incipiente de un nuevo perfil de carbonatación. 4º) Cabalgamiento (F1,

Fig. 2) que rompe y desplaza todas las unidades anteriormente plegadas y el Aluvial II (evento Ax, Fig. 3). 5º) Falla normal (F2, Fig. 2) local del bloque de techo de la F1, que podría ser consecuencia de la deformación interna originada por el cabalgamiento (evento Ay, Fig. 3). 6º) Cabalgamiento fuera de secuencia (F3, Fig. 2) que desplaza tanto los materiales plegados del bloque de techo plegados de la F1 como la traza de la F2 (evento Az, Fig. 3).

Las edades obtenidas mediante las técnicas de OSL y AMS son coherentes estratigráficamente (Fig. 2). El sedimento de la unidad C (Aluvial I, ALG-8-OSL: 73,9-52,9 ka) es más antiguo que el sedimento de la unidad G (Aluvial II, ALG-1-OSL: 19,7-12,1 ka). A su

vez, este último es más moderno que la materia orgánica del suelo rojo desarrollado sobre el Aluvial I (unidad E' y E, ALG-9-AMS y ALG-5-AMS), con una edad comprendida entre 24.151 y 23.328 a BP. A partir de estas dataciones se puede establecer la edad de los principales eventos deformacionales identificados en la cantera de Algezares. El plegamiento observado es posterior a 24.151 a BP, ya que afecta al suelo rojo del Aluvial I, y anterior a 12,1 ka, edad del Aluvial II sin deformar. Por otra parte, también podemos determinar que las fallas son posteriores al depósito del Aluvial II, ya que tanto el cabalgamiento principal (F1, Ax) como el cabalgamiento fuera de secuencia (F3, Az) afectan a sus sedimentos. Si tenemos en cuenta que la falla normal (F2, Ay) está asociada a la deformación interna del cabalgamiento principal, se puede concluir que todas las fallas observadas en el talud son posteriores a 19,7 ka, edad más antigua del Aluvial II.

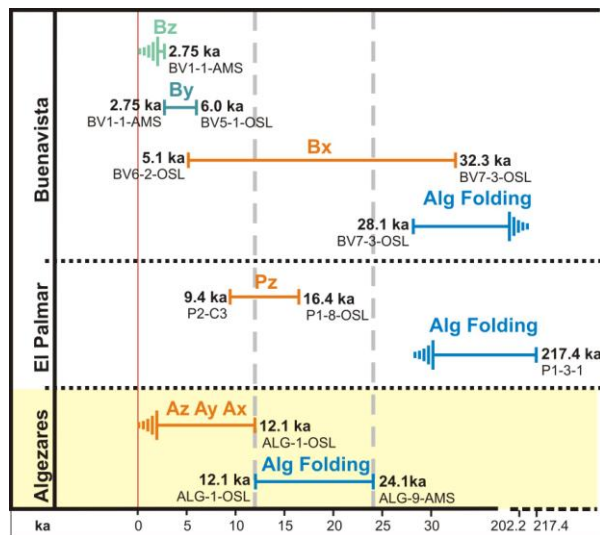


FIGURA 3. Interpretación de eventos de deformación tectónica en la cantera de Algezares (amarillo). Comparación con los eventos interpretados en El Palmar y Buenavista (Martín-Banda et al., 2015).

## IMPLICACIONES EN EL MODELO DE CRECIMIENTO DE LA FCA

Recientes estudios paleosísmicos realizados en puntos localizados al suroeste de Algezares (en Buenavista y El Palmar) a lo largo de esta Falla de Algezares – Casas Nuevas (Martín-Banda et al., 2015), determinan que el inicio de la deformación inversa tuvo lugar después de 217,4 ka, y antes de 28,1 ka. Sin embargo, los datos obtenidos en el presente trabajo indican que hacia el NE de Buenavista, en la Cantera de Algezares, la deformación por cabalgamiento se inició con posterioridad a 24,2 ka, y por tanto, después del plegamiento en Buenavista. Este hecho se ajustaría a un modelo de crecimiento en el que la longitud de la falla aumentaría gradualmente con cada terremoto

(Cowie y Scholz, 1992). Así, el pliegue y las fallas de Algezares serían la expresión en superficie de la propagación lateral de la rotura de la falla en eventos posteriores a los que generaron el plegamiento en Buenavista (Fig. 3).

## CONCLUSIONES

Se han identificado nuevos eventos de deformación tectónica en el extremo NE de la Falla de Algezares – Casas Nuevas (segmento SO de la Falla de Carrascoy), que pliegan y cabalgan los sedimentos de abanicos aluviales del Pleistoceno superior localizados a pie de la Cresta del Gallo. Estos eventos son posteriores al inicio de esta deformación inversa en otros puntos de la falla localizados al O de Algezares, sosteniendo un modelo de crecimiento en el que la longitud de la falla aumenta gradualmente con cada terremoto.

## REFERENCIAS

- Alfaro, P. (1995): *Neotectónica en la Cuenca del Bajo Segura (Extremo oriental de la Cordillera Bética)*. Tesis Doctoral, Univ. de Alicante, 218 p.
- Bousquet, J.C. (1979): Quaternary strike-slip faults in southern Spain. *Tectonophysics*, 52: 277–286.
- Cowie, P.A. y Scholz, C.H. (1992): Growth of faults by accumulation of seismic slip. *Journal of Geophysical Research*, 97: 11085–11095.
- De Larouzière, F., Bolze, J., Bordet, P., Hernyey, J., Montenat, C. y Ott D' Esteve, P. (1988): The Betic segment of the lithospheric Trans-Alboran shear zone during the late Miocene. *Tectonophysics*, 152: 41–52.
- Insua-Arévalo, J.M., García-Mayordomo, J., Salazar, A., Rodríguez-Escudero, E., Martín-Banda, R., Álvarez-Gómez, J.A., Canora, C. y Martínez-Díaz, J.J. (2015): Paleoseismological evidence of Holocene activity of the Los Tollos Fault (Murcia, SE Spain): A lately formed Quaternary tectonic feature of the Eastern Betic Shear Zone. *Journal of Iberian Geology*, 41 (3): 333–350.
- Martín-Banda, R., García-Mayordomo, J., Insua-Arévalo, J.M., Salazar, A., Rodríguez-Escudero, E., Álvarez-Gómez, J.A., Medialdea, A. y Herrero, M.J. (2015): New insights on the seismogenic potential of the Eastern Betic Shear Zone (SE Iberia): Quaternary activity and paleoseismicity of the SW segment of the Carrascoy Fault Zone. *Tectonics*, 34: doi:10.1002/2015TC003997.
- Silva, P.G. (1994): *Evolución Geodinámica de la depresión del Guadalentín (Murcia) desde el Mioceno superior hasta la actualidad: Neotectónica y Geomorfología*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 642 p.